

# METHOD OF PURIFYING COMBUSTOR EXHAUST GAS

Publication number: JP6007643

Publication date: 1994-01-18

Inventor: HANSU TOOMASU HAGU; AKUSERU HARUTENSHIYUTAIN; MIKAERU HAGU

Applicant: HANSU TOOMASU HAGU; AKUSERU HARUTENSHIYUTAIN; MIKAERU HAGU

Classification:

- International: *B01D53/56; B01D53/34; B01D53/86; B01D53/88; B01D53/94; F01N3/20; B05B7/06; F01N7/02; F02B1/04; F02B75/02; B01D53/56; B01D53/34; B01D53/86; B01D53/88; B01D53/94; F01N3/20; B05B7/02; F01N7/00; F02B1/00; F02B75/02; (IPC1-7): B01D53/36; B01D53/34; B01D53/36*

- European: B01D53/88B; B01D53/94F2D; B01D53/94K4; B01D53/94Y; F01N3/20D

Application number: JP19930057909 19930223

Priority number(s): CH19920000556 19920224

Also published as:

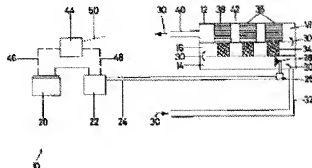
EP0558452 (A1)  
US5431893 (A1)  
EP0558452 (B2)  
EP0558452 (B1)  
ES2074921T (T3)

more >>

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP6007643

**PURPOSE:** To treat exhaust gas without emitting waste necessary for treatment by complete decomposition and the like into ammonia and carbon dioxide by contacting a water drop containing urea to a catalyst which does not contain zeolite. **CONSTITUTION:** A dilute urea solution is prepared in a reagent tank 20 and is introduced into a hot exhaust gas flow 30 and is finely sprayed. Then the urea is decomposed in a thermal decomposition channel 14 and an exhaust gas flow 30 thereafter is homogeneously mixed in-line by a mixer in a mixing channel 16. In a subsequent in-line reaction channel 18, a reducible exhaust gas component is converted into a non-toxic gas by contacting a selective reduction catalyst 36 which does not contain zeolite. And an oxidizable exhaust gas component is converted into a non-toxic gas by complete reaction by contacting with an oxidation catalyst 38.



特開平6-7643

(43) 公開日 平成6年(1994)1月18日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 01 D 53/36	1 0 3 B	9042-4D		
		D 9042-4D		
		B 9042-4D		
	Z A B	9042-4D		
		D 9042-4D		

審査請求 未請求 請求項の数20(全 15 頁) 最終頁に続く

- (21) 出願番号 特願平5-57909
- (22) 出願日 平成5年(1993)2月23日
- (31) 優先権主張番号 0 0 5 5 6 / 9 2 - 2
- (32) 優先日 1992年2月24日
- (33) 優先権主張国 スイス (C H)

- (71) 出願人 593053092  
ハンス トーマス ハグ  
スイス国 8484 ヴァイスリンゲン グラ  
ベンツィーゼ 87
- (71) 出願人 593053106  
アクセル ハルデンシュタイン  
スイス国 8413 ネフテンバッハ ヴォル  
フツァンゲンシュトラッセ 42
- (71) 出願人 593053117  
ミカエル ハグ  
スイス国 9547 ハイテルシェン テーゲ  
ー ホフヴェーク 2
- (74) 代理人 弁理士 丸岡 政彦

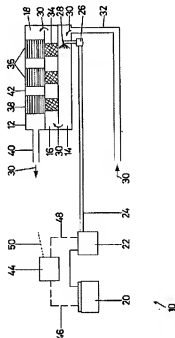
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 燃焼装置排ガスの浄化方法

## (57) 【要約】

【目的】 処分必要な廃棄物を全く発生しないプログラム制御可能な経済的排ガス処理法の開発と提供。

【構成】 燃焼装置排ガス浄化方法において、試薬槽(20)で調製された希薄尿素溶液が、熱排ガス流(30)中に導入され、微細にスプレーされる。熱分解チャンネル(14)内で尿素分解後、排ガス流(30)は、混合チャンネル(16)内のミキサーにより、インライン均一混合される。次のインライン反応チャンネル(18)で、被還元性排ガス成分が、ゼオライトを含まない選択的還元触媒(36)中で、無毒性ガスに転換され、次に、被酸化性排ガス成分が、試薬を使用せずに、酸化触媒(38)中で、実質上完全反応して無毒性ガスに転換される。熱分解チャンネル(14)内に通じる複合物質ノズル装置(26)は、切替用の逆転弁(88)、排ガス流(30)流域内の圧縮空気用ケーシングチューブ(24)、ケーシングチューブ(24)内に保持された尿素導管および希薄尿素溶液の微細スプレーノズルから成る。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼装置からの排ガス、特に、ジーゼル、噴射およびガス/ジーゼル装置、大型ガスガソリンエンジン、ガスタービンおよびボイラープラントなど、液体、気体または固体燃料により燃焼される装置からの排ガスを、試薬槽(20)で調整された種々の濃度の希薄尿素溶液(110)の排ガス熱気流(30)中への導入と還元工程または還元および酸化工程を伴う有毒なガス状排ガス成分の少なくとも1段の触媒反応とによって、浄化処理する方法であって、プログラム制御された排ガス浄化装置(10)内で、添加された希薄尿素溶液(110)が、圧縮空気流(124)による微細なスプレーとして、排ガス流(30)に向かって、熱分解チャンネル(14)内に注入され、混合チャンネル(16)内に設置されたミキサー(34)によってインラインで均一に混合され、反応チャンネル(18)内で少なくともも被還元性の排ガス成分が、少なくとも1つの、ゼオライトを含まない選択還元触媒中における、希薄尿素溶液(110)の分解生成物(NH<sub>3</sub>)との実質的に完全な反応によって、無毒なガスに転換されるか、あるいは、さらに被酸化性のガス成分が、少なくとも1つの酸化触媒(38)中で実質的に完全な反応を行って無毒なガスに転換されることを特徴とする燃焼装置排ガスの浄化方法。

【請求項2】 希薄尿素溶液(110)が、0.2ないし8バール、特に0.5ないし6バールの超過圧力で添加される空気を伴って、好ましくは15ないし60 m/secの速度で流れる排ガス流(30)の中に、送出し圧力で注入されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 希薄尿素溶液(110)が、尿素導管(108)内およびノズル(78)の流出口(130)までの間、圧縮空気(124)で、最高100℃の液体温度に冷却されることを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】 希薄尿素溶液(110)が、ノズル(78)を離れた後、圧縮空気(124)によって注入され、かつ好ましくは回転されることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1つに記載の方法。

【請求項5】 希薄尿素溶液(110)が、還元されるべきNO<sub>x</sub>の質量流量に関して化学量論的に正確に、自動的に比例制御されることを特徴とする、請求項1から4までのいずれか1つに記載の方法。

【請求項6】 噴霧された希薄尿素溶液(110)と反応チャンネル(18)の領域内で均一に混合された排ガス流(30)が、触媒(36, 38)の縦型チャンネル(68)内での定常流と、触媒と触媒の間の自由空間(42)での乱流とを、交互に繰り返して導入されることを特徴とする請求項1から5までのいずれか1つに記載の方法。

2

【請求項7】 酸化触媒(38)が、CO、HCおよび/またはSO<sub>x</sub>の成分に関して選択的に作用することを特徴とする、請求項1から6までのいずれか1つに記載の方法。

【請求項8】 反応の初めに、圧縮空気(124)だけを吹き込み、次いで希薄尿素溶液(110)を始動し、反応の終わりには、希薄尿素溶液(110)を停止し、次いで尿素導管(108)とノズル(78)の吹き出しを行うことを特徴とする、請求項1から7までのいずれか1つに記載の方法。

【請求項9】 圧縮空気の容積流量が、規定の最小値以下に低下した時、あるいはノズル(78)が詰まった時、その異常状態を解消するために、希薄尿素溶液(110)の供給が、自動的に遮断されて遮断状態のままに置かれ、試薬の供給が停止した時に圧縮空気(124)が尿素導管(108)内に供給されることを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1つに記載の方法。

【請求項10】 尿素質量流量の指示値の曲線が、エンジンの動力信号または発電機の電力信号の関数としてプログラムされ、尿素質量流量の指示値が調節器の実測値と比較されて、尿素調節のサーボ信号が形成されることを特徴とする、ジーゼルエンジンの排ガスを浄化する方法。

【請求項11】 NO<sub>x</sub>の値が、化学量論的の尿素計量による、指示値曲線の水準より高い一定の水準に維持されることを特徴とする、請求項10に記載の方法。

【請求項12】 調節器(44)からの指示値信号が最優先のガイド信号として作動し、ジーゼルエンジン内の負荷の変化を迅速に平坦化することを特徴とする、請求項10または11に記載の方法。

【請求項13】 試薬槽(20)、希薄尿素溶液(110)用の計量装置(22)および供給装置並びに電気的制御調節装置(44)を有する排ガス浄化装置(10)であって、供給装置が、複合物質ノズル装置(26)として設計され、かつ熱分解チャンネル(14)内に開口し、供給装置が、運転状態と吹き出し状態の切替用の逆転弁(88)、排ガス流(30)の流域内に設置された圧縮空気(124)用ケーシングチューブ(24)、ケーシングチューブ(24)内に距離を置いて保持された尿素導管(108)および希薄尿素溶液(110)用の微細注入ノズル(78)から成り、距離を置いて配列された少なくとも2つのノズルミキサー(34)が、混合チャンネル(16)内に設置され、縦型チャンネル群(68)と共に設計された少なくとも1つのハネカム状の還元触媒(36)、または少なくとも1つの還元触媒と少なくとも1つの酸化触媒(38)とが、反応チャンネル(18)内に、排ガス流(30)の方向に取り付けられていることを特徴とする、請求項1から12のいずれか1つに記載の方法を実施するための排ガス装置。

【請求項14】 複合物質ノズル装置(26)のノズル

3

(78)が、旋回流を作るために、圧縮空気(124)を回転させるための対角線状のスロットおよび/またはチャンネルを有することを特徴とする、請求項13に記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項15】 複合物質ノズル装置(26)が、希薄尿素溶液(110)の供給を遮断し、同時に尿素導管(108)を圧縮空気(124)に接続するための、電子制御操作し得る3方ボール弁(88)を有することを特徴とする、請求項13または14に記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項16】 インライン運転の熱分解チャンネル(14)、混合チャンネル(16)および反応チャンネル(18)が、拡張型、コンパクト型あるいはセミコンパクト型に設計され、反応チャンネル(18)が、好ましくは他の2つのチャンネル(14、16)より大きな内断面積を有することを特徴とする、請求項13から15のいずれか1つに記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項17】 反応チャンネル(18)内に取り付けられる還元触媒および酸化触媒(36、38)が、特に正方形、長方形または6角形の断面を有するハネカム要素(66)であり、好ましくはじゃま板(35)が、最初の還元触媒(36)の前に、整流板として取り付けられることを特徴とする、請求項13から15のいずれか1つに記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項18】 ハネカム要素(66)が、好ましくは約150×150mmの断面と50、150または300mmの長さを持つ数個のモジュールを有するモジュール方式で設計され、かつ上下および/または前後に隣接してまたは距離を置いて配列されることを特徴とする、請求項17に記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項19】 ハネカム要素(66)が、耐熱性材料、好ましくはガラス繊維を編んだ生地で作られた、弾性のある、ほぼ端の増ったホース(70)で、覆に覆われることを特徴とする、請求項13から18のいずれか1つに記載の排ガス浄化装置(10)。

【請求項20】 還元触媒(36)の少なくとも活性面が、チタン、タングステンおよび/またはバナジウム酸化物で作られ、酸化触媒(38)の少なくとも活性面が、貴金属、好ましくは白金、ロジウムおよび/またはパラジウムで作られることを特徴とする、請求項13から19のいずれか1つに記載の排ガス浄化装置(10)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃焼装置からの排ガスの浄化方法に関し、特に、ジーゼル、噴射およびガス/ジーゼル装置、大型ガスガリソンエンジン、ガスタービンおよびボイラー装置など、液体、気体または固体燃料により燃焼される装置から発生する排ガスを、試験槽で調製された種々の濃度の希薄尿素溶液の排ガス熱気流中

4

への導入と還元工程または還元および酸化工程を伴う有毒なガス状排ガス成分の少なくとも1段の触媒反応とによって、浄化処理する方法に関する。

【0002】 本発明はさらに、試験槽、希薄尿素溶液の計量および供給装置並びに工程を遂行するための電気的な制御および調整ユニットを具備する排ガス浄化装置に関する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 燃焼装置の排ガス用触媒は、ますます重要性を増しており、多くの国において、触媒は、法定基準を満たすために必要不可欠なものとなっている。

【0004】 最高水準の効率を有すると同時に、触媒によって有毒ガスの除去をも行う燃焼装置は、最も環境にやさしく、省エネルギー効果が高い。

【0005】 油1kg当りまたはガス1m<sup>3</sup>当りから引き出される有効電力(効率の水準)は、ある系がエネルギーの見地から見て実際的に環境にやさしいか否かを決定する上で決定的要因となり得る。有害化学物質の最高転換率は触媒技術の使用によってのみ達成される。

【0006】

【従来の技術】 触媒は2つの主要な群に分けられる。

【0007】 その1つは、運転に際し、過剰空気の導入を必要とせずに使用される三元触媒(three-way catalyst)であるが、本発明とはあまり関係がない。

【0008】 他の1つは、SCR(SCR=Selective Catalytic Reduction すなわち選択的触媒還元)触媒であり、これは、燃焼装置の排ガス浄化装置に使用されている。立法者達により要求される限界値またはそれ以下の高さの酸化窒素濃度値は、SCR触媒により達成される。NO<sub>x</sub>の還元には、選択還元触媒に加えて試薬が使用される。アンモニアは、試薬として高度な適性を有するが、輸送、貯蔵および取扱いの面で問題のある媒体である。したがって、尿素系アンモニアの代替物として使用される。これは、白色の乾燥した粒状物またはすぐ使用できる溶液として供給され、無毒無臭であり、貯蔵および輸送上の問題を生じない。

【0009】 DE、A1 3830045には、排ガス、特にジーゼルエンジンの排ガス中に含まれている窒素酸化物を、酸化条件下に置き、尿素を含む排ガス中の窒素酸化物を還元する方法の開発を目的としている。したがって、ゼオライトを含む触媒は、DE、A1 3830045によって、基本的な重要性を持つものである。

【0010】

5

【課題を解決するための手段】本発明者達は、文頭に述べたタイプの方法および装置、すなわち、尿素を含む水滴が、排ガス流中の高温の金属表面に接触して許容し難い沈積物を生じる前に、尿素のアンモニアと二酸化炭素へのできるだけ完全な分解または尿素のアンモニア、シアン酸および二酸化炭素への転化が保証されるようなタイプの排ガス浄化方法およびその方法を実施するための排ガス浄化装置を開発する問題の解決を追求してきた。ゼオライトを含まない触媒を使用することにより、排出物の高い転換率と経済的に実行可能な操業をそこのうわずに、実質上全く無害のガスが出るだけで、処分を必要とする廃棄物は、全く発生しない。

【0011】その方法に関して、問題は、次のような発明によって解決される。すなわち、プログラム制御された排ガス浄化装置内で、添加された希薄尿素溶液が、排ガス流に向かって細く噴射される圧縮空気の流れを使用し、熱分解放チャンネル中に微細スプレー状に注入され、混合チャンネル内に取り付けられたミキサーを使用してインラインで均一に混合され、少なくとも被還元性の排ガス成分は、反応チャンネル内で、ゼオライトを含まない少なくとも1つの選択還元触媒中で希薄尿素溶液の分解生成物 ( $\text{NH}_3$ ) を使用して、無毒性ガスに転換される。あるいはさらに、被酸化性の排ガス成分も、少なくとも1つの酸化触媒中で、試験なしで、無毒性ガスに転換され、実質上完全な反応が行われる。本発明による方法の特殊設計および詳細設計は、従属請求項の主題である。

【0012】実質上完全な反応とは、毒性ガスが、物質および温度による違いはあるが、好ましくは80%以上、特に90%以上の高水準の効率で転換されることと理解される。希薄尿素溶液は、好ましくは、送出し圧力で、すなわち僅かな超過圧力の下で排ガス流の中に向けられる。エアロゾル型の噴霧は、約0.2ないし8バール、好ましくは0.5ないし6バール、小型装置の場合には0.5ないし1.5バールの超過圧力を有する空気によって起こる。これによって希薄尿素溶液が流出し、インジェクター効果による飛沫同伴と噴霧が起きる。排ガスの管路の寸法は、好ましくは、排ガスの流速が15ないし60  $\text{m/s}$  になるように決定すべきである。

【0013】さらに、圧縮空気は、運搬の手段としてだけでなく、冷却剤としても役立っている。圧縮空気は、尿素導管内およびノズルの出口までの尿素溶液の温度が好ましくは最高100℃に保持されるように、尿素導管に沿って運ばれる。これより高い温度では、溶液の噴霧以前に尿素の分解が始まり、好ましくない。

【0014】さらに別の設計方式によれば、希薄尿素溶液は、それ自体ねじり効果をもたらし空気ノズルを離れた後、圧縮空気でスプレーされるだけでなく、同時に回転させられる。スプレーされた試験の排ガス流内の分布は、これによって、さらに改善される。

6

【0015】局所的な試験の過剰を無くして排ガスの全断面にわたる均一かつ完全な反応を達成するために、試験は、好ましくは完全に自動的に、正確には化学量論的に  $\text{NO}_x$  の質量流量に比例して、供給される。

【0016】混合チャンネル内で均一に攪拌された後、噴霧された希薄尿素溶液または主としてアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) からなる希薄尿素溶液の分解生成物と均一に混合された反応チャンネル内の排ガス流は、多数の縦方向 (lengthwise) の触媒チャンネルに沿って定常流として導入され、自由反応チャンネル内では乱流として導入される。これは、還元工程およびオキシ化工程の両方で起こり得る。

【0017】 $\text{NO}_x$  転換に関しては、可能な限り最高の選択性を有するSCR触媒が、使用される。酸化触媒は、CO、HCおよび/または  $\text{SO}_2$  成分に関して選択的に作用し得る。このような触媒は、意図的に選択され、使用される。

【0018】排ガス浄化装置を開始する際に、尿素導管とノズルが充分冷却されるように、最初に圧縮空気を吹き入れるのが、適当である。次に、希薄尿素溶液が、三方弁の操作により既定の添加率で始動される。反応を終る際には、最初に希薄尿素溶液の流れが、再び三方弁操作により中断される。最後に、圧縮空気が、延長操業で、尿素導管に導入され、残存物が生成しないように、ノズルが、空気洗浄される。

【0019】圧縮空気流の容積が測定され監視される。空気容量が既定の最小値以下に下がると、希薄尿素溶液の供給が直ちに停止され、尿素溶液が全く噴霧化されずに、あるいは十分に噴霧化されずに排ガス流に導入されるようなことがないようにしている。

【0020】万一反応中にノズルが詰まってくると、尿素導管内および/または圧縮空気のケーシング管内の圧力が、直ちに上昇する。空気または尿素溶液の流量が既定の水準以下に下がった場合、および/または圧力が既定の超過圧力水準を超えた場合、センサーが働いて、直ちに希薄尿素溶液の供給が、止められる。

【0021】試験の供給が止められると、直ちに圧縮空気が、尿素導管内に吹き込まれ、吹き出される。障害物がある場合、圧力が、徐々に増加し、たとえば30秒以内にコンプレッサーの圧力に達する。正常な状況では、この圧力上昇の間に障害物が吹き飛ばされ、ノズルが洗浄される。試験の供給は、正常な条件が回復するまで、停止されたままである。

【0022】圧縮空気によって閉塞物を吹き飛ばすことができない場合は、後述のような、簡単な機械的方法が、洗浄に使用される。

【0023】この方法を実施するための排ガス浄化設備に関して、次のように本発明を使用し、問題が解決される。すなわち、

(イ) 供給装置は、複合物質ノズル装置 (a dual subst

7

ance nozzle appliance) として設計され、熱分解チャンネル内に向かって開いており、運転状態と吹き出し状態の切替え用の逆転弁、排ガス流域内に配列された圧縮空気用のケーシング管、ある距離においてケーシング管内に配列された尿素導管、および希薄尿素溶液の微細スプレー用ノズルからなる。

(ロ) 混合チャンネル内に、ある距離をおいて、少なくとも2つのノズルミキサーが取り付けられている。

(ハ) 線型チャンネル群を有するものに設計された少なくとも1つのハネカム型還元触媒、または少なくとも1つの還元触媒と少なくとも1つの酸化触媒が、排ガス流に面して装入されている。排ガス浄化装置の特殊型その他の型のものの設計は、従属請求項の主題である。

【0024】還元触媒は、工程の期間中常時装入されているが、酸化触媒は、必要な時にのみ装入される。

【0025】

【作用】本発明による排ガス浄化の利点を要約すると次の通りである。

(イ) 処分を要するいかなる廃棄物も発生せず、無害なガスが出るだけである。

(ロ) 複合物質ノズル装置のおかげで、希薄尿素溶液は、尿素が完全に分解されるように、最高の操業安全性をもって、注入される。圧縮空気は、同時に運搬、冷却および吹き出しの媒体として働く。

(ハ) 触媒は、リサイクル可能である。触媒は、昇降装置を必要とせずに、人力で装入および排出できる。

(ニ) 装置は、拡張型、コンパクト型、水平式、垂直式あるいは対角線式に設計できるので、特殊な条件に理想的に適合させることができる。

(ホ) 過剰酸素で働くエンジン、ボイラーおよびタービンのすべての燃焼工程の排ガスを浄化できる。

(ヘ) 注入装置は低圧ないし中圧で動作し、希薄尿素溶液は低い輸送圧力で供給され、冷却およびスプレー用の圧縮空気は、僅か0.2ないし8バールの超過圧力で供給される。

(ト) 閉塞の際または運転終了の際、注入装置は、三方弁の操作により、自動的に、圧縮空気による自己洗浄に切り替わる。

【0026】混合チャンネルに取り付けられたノズルミキサーは、好ましくは、 $(1.5-2.5) \times d$  の範囲の距離をとっている。水力直径  $d$  は、当該の管内の流体の表面積をその円周で除したものの4倍に相当する。酸化触媒の使用は、関係する装置と排ガスに依存し、状況と要件が許せば、省略できる。

【0027】

【実施例】本発明は、図面に示される設計例を使用してさらに詳しく説明される。これらの設計例も従属請求項の主題である。

【0028】図1は、排ガス浄化装置10の最初のコンパクト型のオプションを、図2は、2番目の拡張型 (ex

8

tended) のオプションを全体像として示している。

【0029】図1のコンパクト型オプションは、ハウジング12の中に3つのチャンネルすなわち熱分解チャンネル14、混合チャンネル16および反応チャンネル18が、配置されている。

【0030】試験槽を有するタンク設備20で、粒径約2mmの尿素粒が、水中に既定濃度で溶解され、計量システム22へ送られる。計量システムは、希薄尿素溶液すなわち試薬を、僅かな送出し圧力で、ケーシング管24内に同軸状に保持された尿素導管に送る。圧縮空気も、約1バールの超過圧力でケーシング管24内に供給され、尿素導管のまわりを流れる。希薄尿素溶液と圧縮空気は、複合物質ノズル装置26の中に送られる。そこから、以下に詳述するノズルを逃けて噴出し、エアロゾル型の噴霧コーン28を形成する。複合物質ノズル装置26は、熱分解チャンネル14内に突き出ており、微細にスプレーされた尿素溶液は、そこで、矢印で示される熱排ガス流30の中に送られる。粗排ガス用供給ライン32は、複合物質ノズル装置26の直前で、流れの向きに熱分解チャンネル14に通じている。熱分解、および尿素のアンモニオと二酸化炭素への分解 (場合によってはシアマル酸の生成を伴う) が、熱分解チャンネル14の中で直ちに起こり、尿素が尽きるまで反応は、継続する。その後、排ガス流30は、アンモニオと二酸化炭素の微粒子を伴って、混合チャンネル16に入り、逆の向きに、標準構造の3つのノズルミキサー34を通して流れる。

【0031】分解された試薬と均一に混合された排ガス流30は、反応チャンネルに送られ、そこで先ず距離をおいた2つの触媒36を通り、次に、やはり距離をおいて幾何学的に相似に設計された酸化触媒38を通る。酸化触媒を取り除いて、酸化工程を省くこともできる。今やすべてのガス排出物を取り除かれた排ガス流30は、熱交換器へ流入するか、あるいは煙突40を通して放出される。

【0032】図に示された還元触媒および酸化触媒36、38については、これらが、縦 (lengthwise) に並んだチャンネル群を有するハネカム構造からなることが示されている。整流板として、孔あき金属板35が、最初の還元触媒36の前に取り付けられている。排ガス流30は、触媒36、38の領域内では定常流として、触媒36、38の中間の領域42では乱流の状態で移動する。引き続いての混合が、各乱流域の中で行われる。

【0033】電気設備制御装置44は、通常ステンレスキャビネット内に設置され、設備のすべての機能をモニターし、かつ制御する。制御装置は、排ガス浄化装置10が、完全自動運転され、排ガス浄化装置の全システムとガスを発生する設備の制御装置とが、相互に自動的に通信できるように設計される。その例には、槽の攪拌器、槽のヒーター、温度測定および圧力測定のセンサー、槽

の水位ブロープ、ポンプ、ソレノイド弁、調節弁、尿素溶液用調節弁、圧縮空気ソレノイド弁およびノズルエアコンプレッサが含まれる。希薄尿素溶液用の試薬調節弁は、電気的に測定された実際の流量値を既定の指示値 (nominal value) に調節する。試薬調節弁は、調節弁用のマイクロプロセッサ制御または計量型ポンプであり、排ガスを発生する機関は可変動力で駆動することができる。尿素溶液の流量は、このように、自由にプログラムできる NO<sub>x</sub> の質量流量曲線に従う電力信号によって制御される。4つの異なる曲線をプログラムしかつ要求することができる。設備制御装置は、好ましくは、Euronorm EN 60204 に従って設計される。

【0034】ジェゼルエンジンの排ガス浄化については、尿素質量流量の指示値曲線は、エンジンの動力信号または好ましくは発電機の電力信号の関数としてプログラムされる。指示値曲線 (調節曲線とも表示される) は、パワーポイント (power points) に基づいて計算およびトレスすることができ。

【0035】指示値は、調節器の中で実際値と比較され、これから尿素調節用の設定信号が作られる。純粋にガスの NO<sub>x</sub> の測定値に基づく信号を使って調節を行い、尿素の化学量論的質量よりやや低目の比例制御によって、NO<sub>x</sub> の値が、指示値に基づく制御の場合より高い一定のレベルを保つようにできる。これは、SCR 触媒の老化によって NH<sub>3</sub> が急激した時の試薬の過剰供給を防ぐ。ジェゼルエンジン内の負荷の急激な変動をそれに合う速さで平らにするには、当該調節器からの指示値信号を最優先のガイド信号として作動させることが、重要である。NO<sub>x</sub> の測定は、このためには鈍感すぎるので、副次的にしか使用されない。

【0036】電気設備制御装置 44 は、前述の諸部門に導線と接続されている。たとえば、破線で示すように、導線 46 でタンク装置 20 に接続され、導線 48 で計量システム 22 に接続されている。導線 50 は、点線で示されているが、これは電気設備制御装置 44 に至る残りの導線を表している。

【0037】既に述べたタンク装置 20 は、それ自体周知の装置で、プラスチック製の試薬槽からなる。槽が被覆された場合、集液用保護槽が、尿素溶液の漏出を防ぐ。槽には、希薄尿素溶液用調節のため、水面計、ミキサおよびヒーターがついている。尿素溶液の液面は、電気的にモニタされる。大規模な設備では、尿素溶液の大型貯液槽が設けられ、それに毎日使用する移送ポンプと尿素溶液槽が付加される。

【0038】尿素溶液用の計量システム 22 は、好ましくは密閉された機械室の中に配置され、次の部分から成る。すなわちフィルター、尿素溶液ポンプ、圧力排弁、電気的尿素溶液調節弁、尿素溶液圧力の測定、電気的尿素溶液量の測定、光学的な試薬測定、ソレノイド

弁、吸引フィルター付きジェットエアコンプレッサ、圧縮空気フィルター、圧力測定、圧縮空気量のモニタリングである。設備制御装置を、メモリプログラム可能にもできる (内蔵プログラム化可能制御装置)。

【0039】複合物質ノズル設備 26 およびタンク設備 20 への油圧および空気圧の接続は、ホース、ステンレス管またはアルミニウム管によって行われる。

【0040】タンク設備 20、計量システム 22 および電気設備制御装置 44 に関して述べた詳細は、すべてそれ自体周知のもので、図には示していない。

【0041】図 2 に示される設計によれば、排ガス流 30 は、図 1 の場合と同じように、インラインで熱分解チャンネル 14、混合チャンネル 16 そして反応チャンネル 18 を通って流れる。しかし、図 2 では、これらのチャンネルは、コンパクト型でなく、拡張型 (extended) に配列されている。尿素溶液は、微細な噴霧コーン 28 と排ガス流 30 に向かって熱分解チャンネル 14 内に注入され、3つのノズルミキサー 34 を経て混合チャンネル 16 を通過し、より大きな断面面積を有する反応チャンネル 18 に入り、3つの還元触媒 36 を通った後、酸化触媒 38 を通る。

【0042】タンク設備 20、計量システム 22 および電気設備制御装置 44 は、図 1 に示す通りである。

【0043】図 3 は、熱分解チャンネル 14 のカバーを取った透視図である。排ガス流 30 は、供給管 32 を経て前端から導入される。複合物質ノズル 26 は、この前端の直後の位置にフランジで接続され、ノズルが熱分解チャンネル 14 の内部に突き出すように取り付けられる。複合物質ノズル 26 については後で詳しく述べる。

【0044】再び図に示されているように、微細な尿素溶液の噴霧コーン 28 は、排ガス流 30 に向かって注入される。尿素溶液は、上述の熱排ガス流 30 の中で、直ちにかつ完全に分解する。排ガス流 30 は、図 6 に示されるように、じゃま板 52 で流出口 54 に向かって誘導され、次の図 4 に示される混合チャンネルに入る。ガス流 30 は、図 3 のじゃま板 52 と同一平面上のじゃま板 58 に導かれて、流入口 56 を通り、混合チャンネル 16 に流入する。このチャンネル内には、2つのノズルミキサーが配列されている。排ガス流 30 は、ノズルミキサー 34 を通らなければならない、混合チャンネル 16 の壁に沿って直流することはできない。

【0045】排ガス流 30 は、その先のじゃま板 60 で上方に導かれる。このじゃま板 60 は、他のすべてのじゃま板と一緒に、別の適当な手段で置き換えてもよい、あるいは全く省いてもよい。

【0046】上部が開いている熱分解チャンネル 14 と混合チャンネル 16 の上には、反応チャンネル 18 が載っている。反応チャンネルは、図 5 のように流入口 62 の所以外は、両チャンネルを覆って広がっている。排ガス流 30 は、反応チャンネル 18 の横全体に広がって

るじやま板64で再び水平に導かれ、先ず還元触媒36、続いて酸化触媒38を通して流れる。浄化されたガス流30は、管状の燃焼40を経て大気中に放出される。

【0047】 破線は、触媒36および38がモジュール状に配列されていることを示している。この実施態様においては、触媒は、それぞれ6つのハネカム要素から成る。1つのモジュールは、たとえば、150×150mmの断面と50、150、または300mmの長さを有する。数個のハネカム要素を、上下におよび/または前後に隣接して配列することができる。

【0048】 縦長 (lengthwise) のチャンネルは、横の長さが2ないし8mmの正方形に、適当に設計される。このようにして、縦長のチャンネルに沿って、定常流が作られる。

【0049】 モジュールの数、配列および長さは、技術上および財政上の要因に基づいて決められる。モジュールが余り長すぎると、製作上かなり問題を生じることがある。

【0050】 還元過程では、押出ハネカム要素は、たとえばチタン、タングステンまたはバナジウム酸化物で作られているか、さもなければ、不活性な基本構造にこれらの材料の少なくとも1つを塗被したものが使用される。触媒の組成とは別に、チャンネルの孔の大きさ、チャンネルの数、ハネカム要素のウェッジ幅と列数は、設計によって変わり得る。

【0051】 ハネカム構造の縦長のチャンネルを通して定常に流れる排ガス流30からの試薬、酸化窒素、アンモニアおよび酸素は、拡散と吸着によってハネカム壁の細孔構造に達し、活性中心で選択触媒還元による反応を行う。反応生成物は、水、窒素および二酸化炭素である。

【0052】 触媒は、長期運転では、孔の閉塞および/または活性中心を破壊する触媒毒によって徐々にその活性を失う。活性が最低水準に達すると、触媒のハネカム要素は、交換および再生される。活性の損失と交換の時期は、計算できる。

【0053】 酸化触媒38は、セラミックの基本構造を有し、その表面に触媒活性な貴金属、たとえば白金、ロジウム、および/またはパラジウムを埋め込んだ押出ハネカム要素から成る。ハネカム要素の形状寸法および活性コーティングの種類は、特定の適用に応じて選定できる。

【0054】 選択還元工程とは対照的に、酸化は、追加の試薬を使用せずに進行する。酸化触媒は、被酸化性の有毒排ガスを、極めて低濃度でも、かつ自然温度より充分低い温度でも、無臭燃焼させる。この酸化工程には、排ガスが最小限度の残留酸素を含んでいることが必要である。酸化の反応生成物は、二酸化炭素と水である。

【0055】 酸化されるガス分子の縦型 (lengthwise)

ハネカムチャンネルから活性コーティングへの移動は、選択触媒還元の場合と同様に、活性コーティング領域の濃度の減少に起因する拡散によって起きる。

【0056】 酸化触媒も老化作用を受け、触媒毒とコーティングの結果、徐々にその活性を失う。活性が、一旦最低水準に達したら、触媒ハネカム要素は交換および再生される。

【0057】 図13は、還元触媒36または酸化触媒38のモジュールと称されるハネカム要素66の正面図を示す。正方形の縦型チャンネル68は、モジュール断面積当りのチャンネルの数によるが、4ないし64mm<sup>2</sup>の内幅を有する。この場合は15mm<sup>2</sup>である。

【0058】 ハネカム要素66は、ガラス繊維を編んでまたは織って作られた弾性ホースに、だいたいの長さを揃えて、収納されている。このホース70は、第1に、これを衝撃に対して保護するのに役立つ。第2に、隣接するハネカム要素をシールして、排ガス30がハネカムまたは縦チャンネルの端をすり抜けないようにしている。さらに設計のバリエーションによって、熱分解チャンネル14と混合チャンネル16をたとえば拡張型に設計し、排ガス流30が、混合チャンネル16の上に置かれた反応チャンネルの中に導かれるようにできる (セミコンパクト型)。コンパクト型の設計においても、熱分解チャンネル14を一番上に置いて、その下に反応チャンネル18を配置してもよい。チャンネルの一部または全部を、水平以外の方向、たとえば垂直方向、に並べてもよい。排ガス流30の流入は、左右上下のいずれからでもよい。浄化排ガスの排出についても同様である。

【0059】 図7による設計の形は、図6のそれと本質的に同じである。但し、熱分解チャンネル14、混合チャンネル16および反応チャンネル18は、コンパクト型でなく、拡張型に設計されている。pは熱分解部、mは混合部、rは反応部を示す。

【0060】 図には示されていないが、たとえば酸化アルミニウム、ガラス繊維またはセラミック繊維で作られたすすフィルターを、複合物質ノズル26を有する熱分解チャンネル14の前に接続してもよい。他のすべての設計オプションにおいても同様である。図8は、複合物質ノズル装置26を示す。複合物質ノズル装置は直接 (図9) またはフランジ72と保持ブラケット74によって熱分解チャンネル14の壁76に連結される (図1、図2)。

【0061】 噴霧コーン28を伴う複合ノズル78の詳細は、図10に示される。

【0062】 図8、9によれば、脱着可能な弁部は、主として、サーボモータ82、同期モータおよび調節弁84を有するエンジンハウジング80と、3方ボール弁とそれに対応する供給管を有するバルブハウジング86とから成る。

【0063】 図に示されていないが、電気の導線は、ケ



13

ーププラグネジ継手90によって導入される。サーボモータ82は、モータの軸92とカップリング94を経て3方ボール弁に作動する。カップリング94にはコンタクトレバー96とリミットスイッチ98が付いている。

【0064】同軸状のパイプホルダー102とサポートリング104を有する保持フランジ100は、バルブハウジング86にネジで固定されている。保持フランジ100、パイプホルダー102およびサポートリング104は、リングで互いにシールされている。ノズル78の領域内まで延び、かつフランジ72または熱分解チャンネルの壁76に接続しているケーシングチューブ24は、サポートリング104に接続されている。この場合、ケーシングチューブ24は断熱層106と一緒に収納されており、断熱層106はノズル78の領域と熱排ガス流30の流域では露出している。断熱層106は、完全にまたは部分的に省いてもよい。

【0065】パイプホルダー内に固定された尿素導管108は、ケーシングチューブ24の内側の離れた位置に、好ましくは同軸状に置かれる。

【0066】尿素溶液110は、低い送出し圧力で、ネジ継手112と3方ボール弁88に接続する継手114を通して導入される。圧縮空気124は、サポートリング104内の中空部118に接続するネジ継手116を通して導入される。中空部118は、圧縮空気ライン120を経て継手122に接続されており、継手122は、3方弁に関して尿素溶液の流入継手114と正反対の位置にある。

【0067】図8は、運転状態の位置にある3方ボール弁を示す。3方ボール弁は、流入する尿素溶液に向かって開いている。尿素溶液110は、パイプホルダー102に向かって流れ、尿素導管108を通してノズル78に導入される。圧縮空気124は、中空部118に流入し、そこで、絶えず冷却媒として尿素導管108の周りを囲みながら、ケーシングチューブ24の中をノズル78へ流れる。3方ボール弁88は閉じられているので、圧縮空気ライン120には、空気は全く流れない。

【0068】図9では、3方ボール弁88は、吹き出し状態の位置になっている。尿素溶液110の供給は中断され、圧縮空気が、今度は圧縮空気ライン120と3方ボール弁を通して尿素導管に流入し、尿素溶液を吹き出す。

【0069】図10に示されるノズル78は、先細りの尿素溶液の流出口30を有し、ノズルヘッド126の中にネジ込められたノズル本体128から成る。ノズルキャップ132は、ノズル本体128の上にネジ込まれ、これらのノズル部品が、圧縮空気124の流出チャンネル134を形成する。噴出する圧縮空気が、インジェクター効果によって、希薄尿素溶液のエアロゾル噴霧を起こさせる。

14

【0070】ノズルヘッドカバー138で区切られた空腔136が、ノズル78の下に形成され、この空腔は、流出チャンネル134に向かって連続し、適当な方法でシールされる。

【0071】流出チャンネル134の領域では、傾斜溝、傾斜チャンネルまたは他の方法で、噴出する圧縮空気124の回転運動を起こすことができる。

【0072】ノズル78および/または尿素導管の閉塞を、圧縮空気124を使って吹出すことができない場合は、機械的洗浄を行うため、ノズルキャップ132と多分ノズル本体128、さらに必要があれば保持フランジ100の弁部も取り外される。

【0073】図11は、ボイラー本体142の外側に排ガス浄化装置10を取り付けたボイラー装置140を示す。排ガス浄化装置10は、主として、複合物質ノズル装置16を有する熱分解チャンネル14、混合チャンネル26および酸化触媒を持たない反応チャンネル18から成る。有毒ガスを除去された排ガス流30は、熱交換器を有するボイラー本体142を通して煙突40に導かれる。排ガス流30内の懸濁微粒子を沈殿させるために、図に示されていないが、排ガスを最初ファンまたは類似のものに送すこともできる。

【0074】硫黄を含む燃料、たとえば重油を使用してボイラーまたは他の燃焼装置を運転する場合、硫黄濃度に依存する最低操業温度に注意する必要がある。温度が低すぎると、硫酸アンモニウムが生成される。これは、第一に粘性性の層で触媒を覆い、第二に腐食性が高い。熱交換器を使用し、および/または排ガス浄化装置10の位置をボイラー本体142の外側あるいは内側に調整し、適当なバーナー装置146によって得られた最低温度の測定値を以下に示す。

【0075】

0.05%硫黄(重量) = 513°K

0.15%硫黄(重量) = 533°K

0.3%硫黄(重量) = 533°K

0.5%硫黄(重量) = 563°K

1%硫黄(重量) = 573°K

1.5%硫黄(重量) = 613°K

2%硫黄(重量) = 623°K

3%硫黄(重量) = 693°K

4%硫黄(重量) = 713°K

触媒の使用を始める前に、温度の高いボイラーの排ガスを混合することによって最低温度を上げることができ、混入されるガスの流量は、常に主流排ガスの流量より少ないか、あるいは多くても同じ程度でなければならない。排ガス流は、常時電動弁で調節される。温度はサーモスタットで記録され、サーモスタットから調節器へ信号が送られる。

【0076】図12は、尿素計量の信号記録のダイアグラムである。燃料147は、矢印で示すように、燃焼装

置148に導入される。浄化前の排ガスは、ライン32を経て、還元触媒36を有する、または還元触媒と酸化触媒38を有する排ガス浄化装置10に入り、有毒ガスを浄化された排ガス流30がこの装置から出てくる。タンク設備20(図1に詳細に示す)から来る試薬は、電気設備制御装置44の調節器によって、計量システム22とケーシングチューブ24で排ガス浄化装置10に導入される。

【0077】電気設備制御装置44からの調節信号あるいはその導線は、示されていないが、図1および図2から理解される。

【0078】固体燃料147の場合、浄化排ガス流30が、ライン149により熱交換器または煙突へ行くパイプから枝分かれして化学/物理分析用のガス分析装置150に入る。ここで、既知の方法で信号が作られ、電導線151を経て電気設備制御装置44に送られる。

【0079】液体または気体燃料147の場合、この測定は、物理的計測器152を使用して行われる。さらにこの装置は信号を作り、電導線153を経て電気設備制御装置44、すなわち調節器へ信号を送る。

【0080】遠隔の酸素を含む燃焼装置148の排ガス30中の亜酸化窒素の還元は、希薄尿素溶液110(図8、9)の比例供給によるもの起こるので、供給量の指示値を記録する必要がある。排ガス浄化装置10の効率水準は、排ガス流30から除去すべき有毒ガスの入力信号の正確な記録に依存する。記録が、有毒ガス測定用のガス分析装置150で行われる場合、排ガス浄化装置10の効率水準は、主としてこの測定装置の測定精度および経時安定性によって決まる。ガス分析の場合、実際の値を化学的・物理的に正確に定義するために、個々の当該ガスのいくつかの物理的パラメータ、および他の個々のガスに対するこれらのパラメータの相互感度(cross-sensitivity)、および物理的数値を決定する必要がある。

【0081】油またはガスを燃焼する燃焼装置148の場合、燃料の成分は概ね一定で、したがって排ガスの成分に正比例する。還元剤となつて希薄尿素溶液の添加の指示値は、物理的計測器152によって送られる信号に基づいて決められるので、ガス分析装置150は要らない。

【0082】物理的計測器152による記録が、電位差計を使って行われる場合、記録された信号を希薄尿素溶液添加の実際値として使用できる。実際値の信号は、直接、または電気変換器で0-20mAまたは4-20mAの信号として、電気設備制御装置44または操作部(図に示されていない)に送られる。再校正をしなくても、6ヶ月後の誤差限界が、+/-2%を超えてはならない。

【0083】毒性ガスの発生、燃料に関係しない実際値への依存性は、定期的なガス分析測定によって評価さ

れる。操作部は、このように記録された調節パラメータの曲線群を電気設備制御装置44に入力することによって作動される。

【0084】燃料に関するデータおよび燃料に無関係なデータは、前述のように記録され、電気設備制御装置44に供給され、この装置が操作部に作用する。電気的信号は、電気設備制御装置44を作動するかわりに、永久調節ポンプを直接作動し、指示値として入力される。追加的に、ガス分析の信号が、実際値の信号に適合される。

【0085】固体燃料は、様々な燃料成分を含んでいる。それらの成分は、大きな炉体を有する燃焼装置148内で燃焼される。固体物質の収率と消費率を適正に決定できる場合はほとんどないが、あるいは少なくとも同じ様なやり方で決定するのは不可能である。排ガス流内の有毒成分の量も、多様な燃料成分に応じて、様々である。したがって、燃料の量は、試薬流量のための実際値信号として適当でない。定数信号として、燃焼空気容積流量が、物理的数値の形で記録される。物理的計測器152および連続測定ガス分析装置150は、酸化窒素の含有量をppmの単位で記録する。両方の信号は、コンピュータを経由して亜酸化窒素の質量流量として記録され、0-20mAまたは4-20mAのアナログ信号によって、希薄尿素溶液計量用の実際値として使用される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】チャンネルをコンパクト型に配列した浄化設備  
 【図2】チャンネルを拡張型に配列した浄化装置  
 【図3】熱分解チャンネルの透視図  
 【図4】混合チャンネルの透視図  
 【図5】反応チャンネルの透視図  
 【図6】図3ないし図5に示した3つのチャンネルの集合体の透視図

【図7】拡張型の熱分解、混合および反応チャンネルの透視図

【図8】運転位置に置かれた三方弁を有する複合物質ノズル装置

【図9】吹き出し位置に置かれた三方弁を有する複合物質ノズル装置

【図10】複合物質ノズルヘッドの拡大断面図

【図11】ボイラー装置

【図12】尿素供給量の信号記録のダイアグラム

【図13】図5の反応チャンネルにおけるハナカム要素の図

#### 【符号の説明】

10 排ガス浄化装置

11 尿素溶液

12 ハウジング

14 熱分解チャンネル

16 混合チャンネル

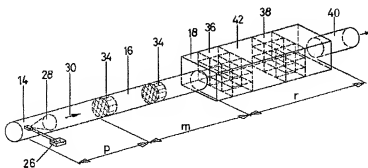
17

- 18 反応チャンネル
- 20 タンク設備
- 22 計量システム
- 24 ケーシングチューブ
- 26 複合物質ノズル装置
- 28 噴霧コーン
- 30 排ガス流
- 32 供給管
- 34 ノズルミキサー
- 35 孔あき金属板
- 36 還元触媒
- 38 酸化触媒
- 40 煙突
- 42 触媒間の自由空間
- 44 電気設備制御装置
- 46 導線
- 48 導線
- 50 導線
- 52 ジャマ板
- 54 流出口
- 56 流入口
- 58 ジャマ板
- 60 ジャマ板
- 62 流入口
- 64 ジャマ板
- 66 ハネカム要素
- 68 縦型チャンネル
- 70 ホース
- 72 フランジ
- 74 保持ブラケット
- 76 熱分解チャンネルの壁
- 78 ノズル
- 80 エンジンハウジング
- 82 サーボモータ
- 84 調節歯車

18

- 86 バルブハウジング
- 88 3方ボール弁
- 90 ケーブルプラグネジ継手
- 92 モータの軸
- 94 カップリング
- 96 コンタクトレバー
- 98 リミットスイッチ
- 100 保持フランジ
- 102 バイブホルダー
- 104 サポートリング
- 106 断熱層
- 108 尿素導管
- 110 希薄尿素溶液
- 112 ネジ継手
- 114 流入継手
- 116 ネジ継手
- 118 中空部
- 120 圧縮空気ライン
- 122 継手
- 124 圧縮空気
- 126 ノズルヘッド
- 128 ノズル本体
- 130 流出口
- 132 ノズルキャップ
- 134 流出チャンネル
- 136 空隙
- 138 ノズルヘッドカバー
- 140 ボイラー装置
- 142 ボイラー本体
- 146 バーナー装置
- 147 燃料
- 148 燃焼装置
- 150 ガス分析装置
- 151 導線
- 152 物理的計測器

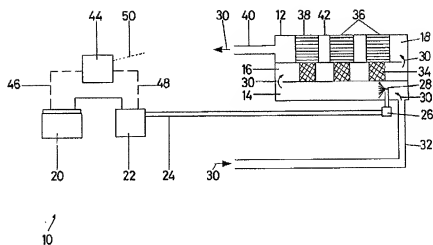
【図7】



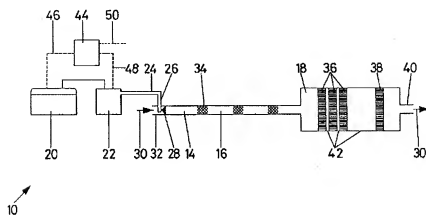
【図13】



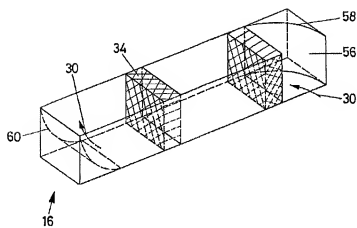
【図1】



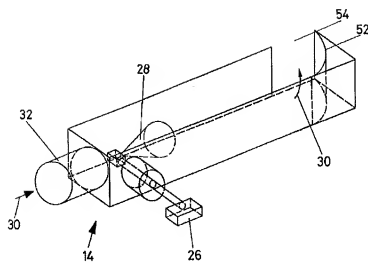
【図2】



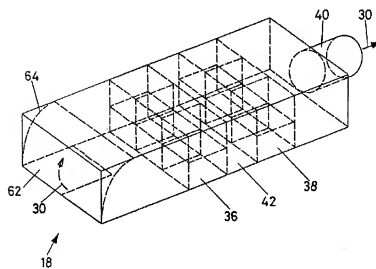
【図4】



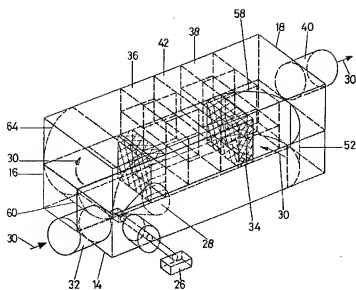
【図3】



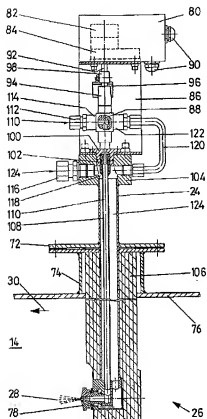
【図5】



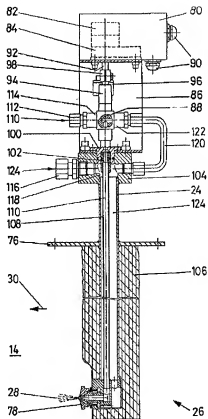
【図6】



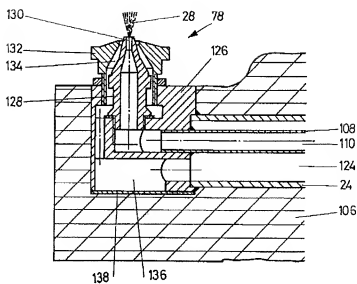
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

